

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-235741

(P2004-235741A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

H04B 10/02

H04B 9/00

U

5K069

H04B 10/16

H04Q 3/52

C

5K102

H04B 10/17

H04B 9/00

E

H04J 14/00

H04B 9/00

J

H04J 14/02

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-19067(P2003-19067)

(22) 出願日 平成15年1月28日(2003.1.28)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成14年度通信・放送機構「フォトリックネットワークに関する光アクセス網高速広帯域通信技術の研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の運用を受けるもの)

(71) 出願人 00005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

(72) 発明者 官田 英之

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 友藤 博朗

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 尾中 寛

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光伝送装置及び該光伝送装置を有する光波長多重ネットワーク

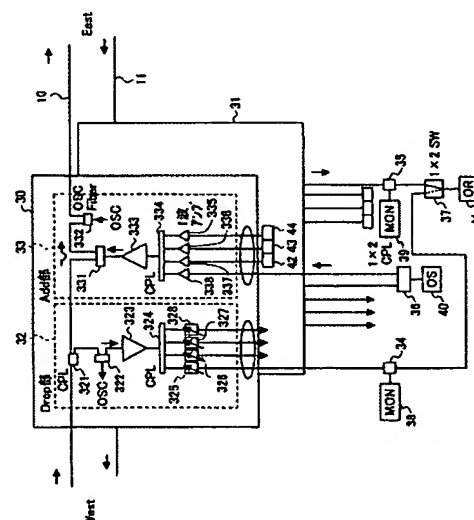
(57) 【要約】

【課題】 初期導入におけるコストを小さくし、しかも、柔軟なネットワークの構成を可能とする光伝送装置及び該光伝送装置を有する光波長多重ネットワークを提供することを目的とする。

【解決手段】 光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置であって、入力された波長多重光を、スルー用波長多重光とドロップ用波長多重光とに分岐する光分岐カプラ321と、光分岐カプラ321により分岐されたドロップ用波長多重光に対して、所定の波長の光を取り出す波長可変フィルタ325～328と、挿入波長の光を発生するレーザ42～44と、光分岐カプラ321により分岐されたスルー用波長多重光から、挿入波長と同一の波長の光をブロックし、かつ、挿入波長の光を合波するリジェクション・アドフィルタ331とを有する光伝送装置である。

【選択図】 図2

光分岐・挿入機能を有する光伝送装置の例(その1)を説明するための図



**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、  
入力された波長多重光を、第1の波長多重光と第2の波長多重光とに分岐する光分岐カプラと、  
前記光分岐カプラにより分岐された第2の波長多重光から、所定の波長の光を取り出すフィルタと、  
当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、  
前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロッキングするブロッキングフィルタと、  
前記ブロッキングフィルタを通過した光と、前記挿入波長の光とを合波する光カプラとを有することを特徴とする光伝送装置。

**【請求項2】**

光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、  
入力された波長多重光を、第1の波長多重光と第2の波長多重光とに分岐する光分岐カプラと、  
前記光分岐カプラにより分岐された第2の波長多重光に対して、所定の波長の光を取り出すフィルタと、  
当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、  
前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロッキングし、かつ、前記挿入波長の光を合波するフィルタとを有することを特徴とする光伝送装置。

**【請求項3】**

光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、  
入力された波長多重光を、第1の波長多重光と第2の波長多重光とに分岐する光分岐カプラと、  
前記光分岐カプラにより分岐された第2の波長多重光から、所定の波長の光を取り出すフィルタと、  
当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、  
前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロッキングするブロッキングフィルタと、  
前記ブロッキングフィルタを通過した光と、前記挿入波長の光とを合波する光カプラとを有することを特徴とする光伝送装置。

**【請求項4】**

光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、  
入力された波長多重光を、第1の波長多重光と第2の波長多重光とに分岐する光分岐カプラと、  
前記光分岐カプラにより分岐された第2の波長多重光から、所定の波長の光を取り出すフィルタと、  
当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、  
前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光に対して、前記挿入波長と同一の波長の光をブロッキングし、かつ、前記挿入波長の光を合波するフィルタとを有することを特徴とする光伝送装置。

**【請求項5】**

請求項1ないし4いずれか一項記載の光伝送装置を有する光波長多重ネットワークにおいて、  
当該光波長多重ネットワークは、HUBを有する2重リングネットワークであることを特徴とする光波長多重ネットワーク。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、光伝送装置及び該光伝送装置を有する光波長多重ネットワークに係り、特に、光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置及び該光伝送装置を有する光波長多重ネットワークに関する。

**【0002】****【従来の技術】**

インターネットトラフィックを中心とするデータ通信需要の爆発的な増大に伴い、バックボーンネットワークの大容量化、超長距離化が求められている。また、同時に、ユーザの利用するサービスが多種多様となり、高信頼で柔軟性に富み、経済的なネットワークの実現が求められている。

**【0003】**

現状でも、波長多重(WDM)伝送技術と光増幅技術により、ネットワークにおける大容量化、超長距離化は飛躍的に進み、伝送路コストの低減を可能としている。しかしながら、伝送路の大容量化、低コスト化の進捗に比べ、伝送装置両端に配置されるノード装置(伝送装置)のスループットの増大、コストの低減は遅れている。

**【0004】**

ところで、ユーザに伝送信号を振り分けるノード装置における信号処理能力の増大や低コスト化は、効率的なネットワークの運用、構築に必須である。しかしながら、光電気変換、電気スイッチ方式でノードを構成してその処理能力を増大させた場合では、ノードの規模が大きくなり、その結果、ノードのコストが増大し、効率的なネットワークの運用、構築ができないという問題が発生する。

このような背景から、ノードの処理能力の増大、経済化、小型化のため、大規模な電子回路を光部品に置き換え、光波長領域の光パスの単位で様々な処理を行う光分岐挿入(OADM)、光クロスコネクタ(OXC)装置の開発がなされている(特許文献1参照)。

**【0005】**

OADMノードは、光分岐挿入を行うノードであり、メトロネットワークやアクセス網で多く利用されている。各OADMノードでは、光波長領域で光をカット又はスルーし、所望の光波長を分岐挿入している。この各OADMノードにおける分岐・挿入により、所定のノード間で光パスを張ることができ、さらに、これらのOADMノードに接続されている所定のユーザ間で、信号接続がなされて通信を行うことができるようになる。

**【0006】**

このOADMノードに関して、装置性能や柔軟性の追求とコストパフォーマンスに優れた装置アーキテクチャの実現が求められている。なお、OADMノードに求められる装置性能とは、ノードスループット、伝送距離、ノード配置可能数、各ノードでの処理容量等であり、OADMノードに求められる柔軟性とは、プロビジョニングにより任意に光パスがはれること、ブロードキャスト機能、プロテクション機能等を備えていることである。これらを満足しつつ低コストであることが、現在求められている。

**【0007】**

この要求に対して、光合分波器と光SWを用いて、OADM装置を構成することが行われている。

**【0008】****【特許文献1】**

特開平11-174499号公報

**【0009】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、この構成では、プロビジョニングにより任意に光パスが張れ、伝送されてくる全ての波長に対して処理可能であるが、逆に、数波のみの処理の場合や、初期導入時には数波で運用し、その後、処理波長数をアップグレードするような場合は、初期導入コストが高くなる。これは1処理波長数当たりの装置コストが高くなることに相当し問題となる。

## 【0010】

また、通常OADMノードで平均的に分岐、挿入する波長数は、伝送トラフィックの20%～50%で残りはスルーされている状況である。この状況を考慮すると、各ノードで要求される処理可能な波長数を限定し、特化してノード構成を設計する方がノードコストを抑える上で得策である。

## 【0011】

また、現状でも、数波処理可能なOADMノード装置は市販されているがそれらは全て予め決められた固定波長の光フィルタや固定波長の送信光源が使われている。この場合、初期導入コストは安いがプロビジョニングによる光パスの張り替えができない等ネットワークの柔軟性に欠けるという問題がある。

## 【0012】

本発明は、上記問題に鑑みなされたものであり、初期導入におけるコストを小さくし、しかも、柔軟なネットワークの構成を可能とする光伝送装置及び該光伝送装置を有する光波長多重ネットワークを提供することを目的とするものである。

## 【0013】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本件発明は、以下の特徴を有する課題を解決するための手段を採用している。

## 【0014】

請求項1に記載された発明は、光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、入力された波長多重光を、第1の波長多重光とドロップ用光とに分岐する光分岐カプラと、前記光分岐カプラにより分岐されたドロップ用光から、所定の波長の光を取り出すフィルタと、当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロックするブロックフィルタと、前記ブロックフィルタを通過した光と、前記挿入波長の光とを合波する光カプラとを有することを特徴とする。

## 【0015】

請求項2に記載された発明は、光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、入力された波長多重光を、第1の波長多重光とドロップ用光とに分岐する光分岐カプラと、前記光分岐カプラにより分岐されたドロップ用光に対して、所定の波長の光を取り出すフィルタと、当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロックし、かつ、前記挿入波長の光を合波するフィルタとを有することを特徴とする。

## 【0016】

請求項3に記載された発明は、光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、入力された波長多重光を、第1の波長多重光とドロップ用光とに分岐する光分岐カプラと、前記光分岐カプラにより分岐されたドロップ用光から、所定の波長の光を取り出すフィルタと、当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロックするブロックフィルタと、前記ブロックフィルタを通過した光と、前記挿入波長の光とを合波する光カプラとを有することを特徴とする。

## 【0017】

請求項4に記載された発明は、光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、入力された波長多重光を、第1の波長多重光とドロップ用光とに分岐する光分岐カプラと、前記光分岐カプラにより分岐されたドロップ用光から、所定の波長の光を取り出すフィルタと、当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光に対して、前記挿入

波長と同一の波長の光をブロッキングし、かつ、前記挿入波長の光を合波するフィルタとを有することを特徴とする。

【0018】

請求項5に記載された発明は、請求項1ないし4いずれか一項記載の光伝送装置を有する光波長多重ネットワークにおいて、当該光波長多重ネットワークは、HUBを有する2重リングネットワークであることを特徴とする。

【0019】

請求項1及び3に記載された発明によれば、初期導入におけるコストを小さくし、しかも、柔軟なネットワークの構成を可能とする光伝送装置を提供することができる。

【0020】

請求項2及び4に記載された発明によれば、挿入光を伝送路へ挿入するフィルタと、挿入光が伝送路リングを一周以上伝送しないようにするブロッキングフィルタとを兼用することにより、光伝送装置における透過光の光損失を小さくすることができる。

【0021】

請求項5に記載された発明によれば、HUBを有する2重リングネットワークとすることにより、障害時のプロテクション機能を有し、高信頼ネットワークを構築することができる。

【0022】

本発明のように構成することで、光分岐カプラにより波長多重光信号を全て分岐し、その中から必要な波長の光を選択するため、ネットワーク内の光伝送装置に個別に波長配置を行う必要がない。

【0023】

さらに、ネットワーク内の全ての波長を分岐し、必要とする波長の光の波長を選択することで、ネットワーク内にある複数の中継器において共通の波長の光も選択することができる。ネットワーク内の光をブロードキャストすることができる。

【0024】

また、光伝送装置内では、光分岐カプラでは全ての波長の光が透過するが、光伝送装置で、光挿入する波長の光と同じ光波長の光を削除するフィルタを設け、透過する光と挿入する光でのクロストークが発生しないようにできる。

【0025】

【発明の実施の形態】

本発明では、OADMノードの分岐部又は挿入部どちらかに波長可変機能を持つ光デバイスを用いる。具体的には、分岐部に波長可変フィルタを用い、挿入部に波長固定レーザを用いるか、又は、分岐部に波長固定フィルタを用い、挿入部に波長可変レーザを用いる。このように、OADMにおける分岐部又は挿入部のどちらか一方に、波長可変機能があれば任意のノード間の光パスを確立することができる。

【0026】

次に、本発明の実施の形態について図面と共に説明する。

【0027】

図1のネットワークは、光伝送路を構成する光ループ回線1、2、ネットワーク、ノード、端末等の中継するノードであるHUB12、25、光の分岐・挿入を行うOADM (Optical Add Drop Multiplex) 13、14、15ユーザ端末21、22、23、24及び他のネットワーク26から構成されている。

【0028】

HUB12は、HUB12とOADM13、14、15間の通信及びHUB25との通信を行う。これにより、光ループ回線1、2に接続されたユーザ端末間の通信及び他のネットワークに接続されたユーザ端末間で通信を行うことができる。

【0029】

なお、本発明では、主として、図1に示されているような、二重の光ループのネットワークを中心に説明するが、後述する本発明の伝送装置は、ループ状のネットワークに限らず

、メッシュ状のネットワーク、又は、ループ状ネットワークとメッシュ状ネットワークが混在したネットワークに適用することができる。

【0030】

なお、HUBは、OADMの機能を有している。また、本実施の形態におけるHUBの数、OADMの数、端末の数は、1例にすぎない。

【0031】

図1のHUB12とOADM13、14、15で構成されるループ状ネットワークは、二重の光ループのネットワークであり、二つの光ループは、A方向とB方向を有しており、各伝送装置間で双方向通信が可能である。また、光ループ回線1及び2は、ループ状であるので、各伝送装置は、ループ毎に通信を行うことができる。そこで、光ループ回線1及び2を用いて、各伝送装置は、それぞれを独立した通信を行うようにしても良いし、一方の回線を現用とし、他方の回線を予備の回線として運用してもよい。また、各伝送装置は、通常、二つの光ループによって、それぞれ、独立して通信又は双方向通信を行い、特定の回線又は特定の伝送装置が故障したときに、その故障箇所を避けて折り返すようにして、回線又は特定の伝送装置の故障の影響を最小限に抑えるように運用することができる。

(光伝送装置(その1))

図2に、本発明に用いられる光分岐・挿入機能を有する光伝送装置の例を示す。第2図は、OADMノードの分岐部に波長可変フィルタを用いた場合のネットワーク構成の例である。即ち、図2の光伝送装置は、WestからEast方向の光伝送路10上に設けられた上り側伝送部30、EastからWest方向の光伝送路11上に設けられた下り側伝送部31、モニタ信号光を分波する分波器34、35、光送信器40の光を分波する1×2カプラ36、二つの光伝送路の内の一方の光伝送路の信号を選択するセレクタ37、回線の状態をモニタするモニタ38、39、モニタの結果に基づいて、光送信器40、光受信器41、挿入波長の光を発生する波長固定レーザ42、43、44から構成されている。なお、1×2カプラ36に代えて、モニタの結果に基づいて、二つの光伝送路の内の一方の光伝送路の信号を選択するセレクタを用いてもよい。なお、光送信器40には、波長固定レーザを用いている。

【0032】

上り側伝送部30は、分岐部(Drop部)32と挿入部(Add部)33から構成されている。分岐部32は、スルーする光とドロップする光とに分岐する光分岐カプラ321、監視制御信号を抽出する監視制御信号抽出フィルタ322、WDMプリアンプ323、分岐した波長の光を分波する1×4カプラ324、抽出する(取り出す)波長が変更可能な波長可変フィルタ325~328から構成されている。

【0033】

また、挿入部33は、リジェクション・アドフィルタ331、監視制御信号を挿入する監視制御信号挿入フィルタ332、波長多重光を増幅するWDMアンプ333、複数の光を合波する4×1カプラ334、1波長アンプ335~338から構成されている。なお、下り側伝送部31は、上り側伝送部30と同様の構成を有している。

【0034】

なお、図では、分岐する波長及び挿入する波長を4波としているが、これに限らず実施することができる。

【0035】

また、図では、挿入波長とスルー波長が一致しないようにし、さらに、挿入波長が伝送路リングを一周以上しないようにするために、挿入波長と同じ波長を、リジェクション・アドフィルタ331でブロックしている。

【0036】

また、リジェクション・アドフィルタ331は、伝送路へ挿入光を挿入するフィルタと、挿入波長が伝送路リングを一周以上伝送しないようにするリジェクションフィルタと兼用している。これにより、光伝送装置における透過光の光損失を小さくすることができる。

【0037】

なお、光伝送装置における透過光の光損失を考慮しない場合は、図11に示すように、リジェクションフィルタ3311と伝送路に挿入光を挿入する光カプラ3312とを別に設けてもよい。

【0038】

次に、図2の動作を説明する。WestからEast方向の光が、上り側伝送部30に入力される。上り側伝送部30に入力された光は、光分岐カプラ321に供給され、スルー用波長多重光とドロップ用波長多重光とに分岐される。光分岐カプラ321で分岐されたスルー用波長多重光は、リジェクション・アドフィルタ331で、挿入波長と同一の波長の光がブロッキングされ、かつ、挿入波長の光が付加され、さらに、監視制御信号挿入フィルタ332で監視用光が付加されて、上り側伝送部30から、出力される。

【0039】

また、上り側伝送部30に入力された光の内、ドロップ（分岐）される光は、上り側伝送部30における光分岐カプラ321で分岐される。光分岐カプラ321で分岐された光は、監視制御信号抽出フィルタ322で監視制御光（OSC）が抽出される。抽出された監視制御光は、光伝送装置、光伝送路等の監視・制御を行う光である。

【0040】

監視制御光が抽出された光は、WDMアンプ323で増幅され、1×4カプラ324で分波され、波長可変フィルタ325～328で、ドロップする所定の波長の光が抽出される。当該光伝送装置向けの光は、波長可変フィルタ325を通過して、モニタ38で監視される。同様に、EastからWest方向の光伝送路11で伝送された当該光伝送装置向けの光は、モニタ39で監視される。

【0041】

モニタ38、39の出力に基づいて、セレクト37が一方の当該光伝送装置向けの光を選択し、選択された当該光伝送装置向けの光が光受信器41で受信される。

【0042】

なお、波長可変フィルタ325～328で取り出された光は、ユーザ端末等に送出される。

【0043】

WestからEast方向の光伝送路10に設けられた上り側伝送部30において、挿入光が、挿入部33により主信号に挿入されて、光伝送部30から送出される動作について説明する。

【0044】

光送信器40からの光が、1×2カプラ36を介して、1波アンプ338で増幅されて4×1カプラ334に供給される。一方、ユーザ端末等からの信号が、波長固定レーザ42、43、44の光を変調して、1波アンプ335～337で、増幅されて4×1カプラ334に供給される。

【0045】

4×1カプラ334で合波された挿入光は、WDMアンプ333で増幅されて、リジェクション・アドフィルタ331で、光分岐カプラ321からの光に付加され、更に、監視制御信号挿入フィルタ332を経て、WestからEast方向の光伝送路10に送信される。なお、WDMアンプ333は、無くてもよい。

【0046】

このように、波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置として、入力された波長多重光を、スルー用波長多重光とドロップ用波長多重光とに分岐する光分岐カプラと、前記光分岐カプラにより分岐されたドロップ用波長多重光から、所定の波長の光を取り出す波長可変フィルタと、当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生する波長固定レーザと、前記光分岐カプラにより分岐されたスルー用波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロッキングするリジェクションフィルタと、前記リジェクションフィルタを通過した光と、前記挿入波長の光とを合波する光カプラとを有する構成とすることで、任意のノード間の光パス接続が可能になる。

## 【0047】

つまり、伝送されてくる波長信号の中から任意の波長を分岐することで、任意のノード間の光パス接続が可能になる。

## 【0048】

また、光分岐カプラにより分岐された光に対して、挿入波長と同一の波長の光をブロッキングし、かつ、挿入波長の光を合波するリジェクション・アドフィルタを用いることにより、光伝送装置における透過光の光損失を小さくすることができる。

## (光伝送装置(その2))

図3に、本発明に用いられる光分岐・挿入機能を有する他の光伝送装置の例を示す。第3図は、挿入部に可変レーザを用いた場合のネットワーク構成の例である。即ち、図3の光伝送装置は、WestからEast方向の光伝送路10上に設けられた上り側伝送部50、EastからWest方向の光伝送路11上に設けられた下り側伝送部51、モニタ信号光を分波する分波器54、55、光送信器60の光を分波する1×2カプラ56、モニタの結果に基づいて、二つの光伝送路の内の一方の光伝送路の信号を選択するセレクト57、回線の状態をモニタするモニタ58、59、光送信器60、光受信器61、挿入波長の光を発生する波長可変レーザ62、63、64から構成されている。なお、1×2カプラ56に代えて、モニタの結果に基づいて、二つの光伝送路の内の一方の光伝送路の信号を選択するセレクトを用いてもよい。なお、光送信器60には、波長可変レーザを用いている。

## 【0049】

上り側伝送部50は、分岐部52と挿入部53から構成されている。分岐部52は、スルーする光とドロップする光とに分岐する光分岐カプラ521、監視制御信号を抽出する監視制御信号抽出フィルタ522、WDMプリアンプ523、分岐した波長の光を分波する1×4カプラ524、所定の波長を取り出す波長固定フィルタ525～528から構成されている。

## 【0050】

また、挿入部53は、リジェクション・アドフィルタ531、監視制御信号を挿入する監視制御信号挿入フィルタ532、波長多重光を増幅するWDMアンプ533、複数の光を合波する4×1カプラ534、1波長アンプ535～538から構成されている。なお、WDMアンプ533は、無くてもよい。また、下り側伝送部51は、上り側伝送部50と同様の構成を有している。

## 【0051】

なお、図では、分岐する波長及び挿入する波長を4波としているが、これに限らず実施することができる。

## 【0052】

また、図では、挿入波長とスルー波長が一致しないようにし、さらに、挿入波長が伝送路リングを一周以上しないようにするために、挿入波長と同じ波長を、リジェクション・アドフィルタ531でブロックしている。

## 【0053】

また、リジェクション・アドフィルタ531は、伝送路へ挿入光を挿入するフィルタと、挿入波長が伝送路リングを一周以上伝送しないようにするリジェクションフィルタと兼用している。これにより、光伝送装置における透過光の光損失を小さくすることができる。

## 【0054】

なお、光伝送装置における透過光の光損失を考慮しない場合は、図2の場合と同じく、リジェクションフィルタと伝送路に挿入光を挿入する光カプラとを別に設けてもよい。

## 【0055】

図3の光伝送装置は、図2の波長可変フィルタ325～328の代わりに、波長固定フィルタ525～528を用い、図2の波長固定レーザ42、43、44の代わりに、波長可変レーザ62、63、64を用いたものである。したがって、図3の光伝送装置の動作は、図2の光伝送装置の動作に準じて理解できるので、説明は省略する。



## 【0056】

このように、波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置として、入力された波長多重光を、スルー用波長多重光とドロップ用波長多重光とに分岐する光分岐カプラと、前記光分岐カプラにより分岐されたドロップ用波長多重光から、所定の波長の光を取り出す波長固定フィルタと、当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生する波長可変レーザと、前記光分岐カプラにより分岐されたスルー用波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロックするリジクションフィルタと、前記リジクションフィルタを通過した光と、前記挿入波長の光とを合波する光カプラとを有する構成とすることで、任意のノード間の光パス接続が可能になる。

## 【0057】

つまり、相手先ノードの分岐光フィルタの波長に一致させ挿入光を発出することで光パスの接続を行う。ただし、この場合にはブロードキャスト機能が制限される。

## 【0058】

また、光分岐カプラにより分岐された光に対して、挿入波長と同一の波長の光をブロックし、かつ、挿入波長の光を合波するリジクション・アドフィルタを用いることにより、光伝送装置における透過光の光損失を小さくすることができる。

## 【0059】

上記の図2及び図3の構成によれば、安価な波長フィルタ、レーザ光源、リジクションフィルタを用いることで低コストのシステムが構築が可能となる。

## 【0060】

また、図2及び図3の構成によれば、プロポーションにより光パスを任意に張ることが可能となる。

## 【0061】

また、図2及び図3の構成によれば、ノードスルー光の挿入損失が小さく伝送路上のインラインアンプを削減できネットワークコストを低減できる。

また、図2及び図3の構成によれば、必要処理波長数に応じて構成を変更、アップグレードが可能で少数波長でも導入コストが安価となる。

## 【0062】

上記の図2及び図3の構成は、波長数が、例えば、32波以下の少ない波長の場合に初期導入におけるコストを小さくし、しかも、柔軟なネットワークの構成を可能とする。

## 【0063】

なお、図2の構成における波長可変フィルタ325～328として、各種の波長可変フィルタを用いることができる。

## 【0064】

図4にAOTF (Acousto Optic Tunable Filter) を用いた例を示す。

## 【0065】

AOTF 329による光波長の選択は、ドロップしたい波長に対応するRF信号（電気信号）を印加することによって行う。例えば、AOTF 329に波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長多重光が入力され、その波長から $\lambda_1 \sim \lambda_4$ の波長を選択的に抽出する場合は、AOTF 329には、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ に対応する周波数 $f_1 \sim f_4$ のRF信号を印加する。

## 【0066】

同様に、波長可変フィルタ325～328として、誘電体多層膜フィルタ、FGB（光ファイバブラッグ回折格子）型フィルタ又はファブリペロー型フィルタを用いることができる。

（波長グループ）

図5（A）に波長グループ（例えば、4波長）を単位として、各ノードに割当てた場合のネットワーク構成図の例を示す。図5（A）のネットワークは、光ループ回線69、HUB 70、光伝送装置（ノード）72～77から構成されている。なお、光伝送装置72～77には、二つ以上の波長グループを割当ててもよい。

## 【0067】

HUB70及び光伝送装置72～77は、波長グループ単位で、光ループ回線69を伝送される光を、分岐・挿入して、HUB70と光伝送装置72～77間の通信及び光伝送装置72～77間の通信を行うようにしている。これにより、HUB70及び光伝送装置72～77に接続されたユーザ端末間で通信を行うことができる。

## 【0068】

波長グループは、図5(B)に示されているように、4波長毎にグループ化されている。第1のグループは、 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ で構成され、第2のグループは、 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ で構成され、・・・第7のグループは、 $\lambda_7 \sim \lambda_{28}$ で構成される。図示されていないが、第8のグループである $\lambda_{29} \sim \lambda_{32}$ は、HUB70に割り当てられている。各波長は、100GHzの間隔を有している。なお、挿入波長は、この例に限らず実施することができる。

## 【0069】

図5(A)では、各光伝送装置71～77は、それぞれ、第1～第7の波長のグループを挿入するように設定されている。また、HUB70は、全グループを分岐・挿入することができる。

## 【0070】

なお、各光伝送装置71～77は、挿入する波長は決められているが、分岐する波長は自由に設定することができる。

## 【0071】

図6を用いて、図5(A)のネットワークの通信形態を説明する。図6(A)は、HUBから、各ノードへ4波で送信を行う状態である。HUB70から、第1のグループの波長、第2のグループの波長～第7のグループの波長の光を、それぞれ送信し、ノード71、72～77では、第1のグループの波長、第2のグループの波長～第7のグループの波長の光を、それぞれ受信する。

## 【0072】

図6(B)は、各ノードから、HUBへ4波で送信を行う状態である。ノード71、72～77から、第1のグループの波長、第2のグループの波長～第7のグループの波長の光をHUB70に、それぞれ送信する。HUBでは、ノード71、72～77からの第1のグループの波長、第2のグループの波長～第7のグループの波長の光を、それぞれ受信する。

## 【0073】

図6(C)は、各ノードとHUB間及び各ノード間での通信を行う場合である。HUB70は、第8のグループの波長の光を送信して、第2のグループの波長の光を受信し、ノード72は、第8のグループの波長の光を受信して、第2のグループの波長の光を送信することにより、ノード72とHUB70間で通信を行う。また、ノード77は、第7のグループの波長の光を送信して、第2のグループの波長の光を受信し、ノード72は、第7のグループの波長の光を受信して、第2のグループの波長の光を送信することにより、ノード72とノード77間で通信を行う。

## 【0074】

図6(D)は、HUBから各ノードへブロードキャスト通信を行う場合である。HUB70から第8のグループの波長の光を送信し、ノード71、72～77では、第8のグループの波長の光を、それぞれ受信する。

## 【0075】

図6(E)は、各ノードから、全てのノードへブロードキャスト通信を行う場合である。ノード72から第2のグループの波長の光を送信しHUB70、ノード71、73～77では、第2のグループの波長の光を、それぞれ受信する。

## 【0076】

図7を用いて、各光伝送装置における波長グループ単位での波長の分岐・挿入を説明する。

## 【0077】

図7の光伝送部80は、分岐部81、挿入部82、83及び光増幅器84を有している。分岐部81は、入力信号を二つに分岐するカプラ811、入力光を8つに分波する1×8カプラ812、4波毎に設けられたAOTF813、814から構成されている。挿入部82は、リジェクション・アドフィルタ821、4つの入力光を合波する4×1カプラ822、各波毎に設けられた1波増幅器823～826から構成されている。同様に、挿入部83は、リジェクション・アドフィルタ832、4つの入力光を合波する4×1カプラ833、各波毎に設けられた1波増幅器834～837から構成されている。なお、1波増幅器823～826及び834～837には、ユーザ端末からの信号等により変調された、レーザダイオード828～831及び839～842からの光が印加されている。また、AOTF813、814を制御して、任意の8波長を取り出すことができる。

【0078】

これにより、光伝送部80に入力された波長多重光は、分岐部81で分岐され、挿入部82及び83で挿入光が挿入されて、光伝送部80から出力される。なお、挿入部82及び83で、分岐部81で挿入された波長多重光に対して、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ と波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ の光が挿入されるが、リジェクション・アドフィルタ821及び832では、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_4$ と波長 $\lambda_5 \sim \lambda_8$ の光を挿入すると同時に、分岐部81で挿入された波長多重光に対して、挿入される波長と同一の波長の光をブロックしている。

【0079】

また、分岐部81分岐された他方の光は、光増幅器84で増幅され、カプラ812で8つの光に分波されて、AOTF813、814に供給される。AOTF813、814は、外部からの設定により、通過波長を制御することができる。そこで、ドロップする波長に設定されたAOTF813、814から、所望の波長( $\lambda_1 \sim \lambda_p$ )の光を得ることができる。この光が、ユーザ端末等に送出される。

【0080】

このように、波長グループによる分岐・挿入を行い、その結果、リジェクションフィルタをあるまとまった波長グループに対してブロッキングするフィルタとすることで以下のようないメリットも得られる。

- ・各ノードに波長群が割り当てられるので、ノード内の固定波長レーザあるいは固定波長フィルタの波長はその波長群の範囲内に設定される。この場合、ノード内の固定波長フィルタ前、あるいは固定波長レーザ後に配置される光増幅器の広帯域増幅特性が緩和され、安価な増幅器が使用できる。ノードコストに占める光増幅器の割合が大きいためこれはコスト低減に大きく寄与する。
- ・ノード毎に扱う波長がグループ化されているので波長割り当てが簡易でネットワーク運用が簡易になる。
- ・リジェクションフィルタのコストが離散した波長の数波を扱うよりもグループ化された波長群を扱うので安価になる。
- ・波長グループを波長増設単位とすることができ、拡張単位が簡易で分かりやすくノード構成の設計も容易になる。

(プロテクション)

次に、図1に示したように、二重の光ループのネットワークを用いた場合のプロテクションについて説明する。

【0081】

なお、以下の説明では、HUBにおいてプロテクション機能を有するように説明しているが、HUB以外のノードがプロテクション機能を有するようにしてもよい。

【0082】

図8のHUBは、光合分波器+光SW型を有する場合で、監視制御信号を抽出する監視制御信号抽出フィルタ100、200、波長多重光を増幅するWDMアンプ101、113、201、213、分波器102、202、分波した波長を監視するモニタ103、104、105、203、204、205、スルー用波長多重光とドロップ用波長多重光とに分岐する1×2カプラ106、107、108、206、207、208、挿入波長の光

を挿入する2×1スイッチ109、110、111、209、210、211、合波器112、212、光受信器110、上り回線又は下り回線で受信した信号の一方を選択する2×1スイッチ115、送信器118からの信号を分波する1×2カプラ117及び光送信器118から構成されている。

【0083】

光送信器118からの信号は、1×2カプラ117で、分岐されて上り回線（WestからEast方向の光回線）側と下り回線（EastからWest方向の光回線）側とに送信される。2×1スイッチ109、110、111及び2×1スイッチ209、210、211により、上り回線側と下り回線側における一方の側に、光送信器118からの信号が送信される。

【0084】

上り回線側とで受信された光は、1×2カプラ106、107、108及び1×2カプラ206、207、208を介して、2×1カプラ115に印加される。また、下り回線側とで受信された光は、1×2カプラ206、207、208を介して、2×1カプラ115に印加される。また、上り回線側と下り回線側における一方の側の光が、2×1スイッチ115により選択されて、光受信器110により受信される。

【0085】

これにより、モニタ出力を用いて、2×1カプラを制御し、異常な回線の使用を避けて、正常な回線を用いて通信を行うことができる。

【0086】

なお、1×2カプラ106、107、108及び1×2カプラ206、207、208を2×1スイッチとし、2×1スイッチ115を2×1カプラとしてもよい。

【0087】

これにより、各伝送装置は、一方の回線を現用とし、他方の回線を予備の回線として運用してもよい。また、特定の回線又は特定の伝送装置が故障したときに、その故障箇所を避けて折り返すようにして、回線又は特定の伝送装置の故障の影響を最小限に抑えるように運用することができる。

【0088】

図9は、光フィルタと光グループフィルタを有する場合で、上り側伝送部128、下り側伝送部129、単一波長を監視するモニタ140、141、1×2カプラ143、147、150、2×1スイッチ142、146、149、光受信器148及び光送信器144から構成されている。

【0089】

上り側伝送部128は、分岐部130と挿入部131から構成されている。分岐部130は、所定波長グループの波長を抽出する光グループフィルタ132、133、134で構成されている。挿入部131は、所定波長グループの波長を挿入すると同時にブロックする光グループフィルタ135、136、137で構成されている。

【0090】

また、所定波長グループの波長を抽出する光グループフィルタ134は、所定波長グループの波長を抽出する波長グループフィルタ1341、単一波長を抽出する単一波長フィルタ1342～1345から構成されている。他の光グループフィルタ132、133も同様な構成である。

【0091】

また、所定波長グループの波長を挿入すると同時にブロックする光グループフィルタ137は、所定波長グループの波長を挿入すると同時にブロックする波長グループフィルタ1371、挿入すると同時にブロックする単一波長フィルタ1372～1375から構成されている。他の光グループフィルタ135、136も同様な構成である。

【0092】

これにより、図8と同様な機能を奏することができる。

【0093】

図10は、光合分波器とMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) スイッチを有する場合で、波長多重光を増幅するWDMアンプ170、174、270、274、分波器171、271、MEMSスイッチ172、272、合波器173、273、波長単位の光を監視するモニタ175、275、1×2カプラ176、276、モニタ信号を抽出するフィルタ177、277、2×1スイッチ180、光送信器179及び光受信器181から構成されている。

【0094】

これにより、図8と同様な機能を奏することができる。

また、本発明は、次のような実施の態様を有する。

(付記1) 光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、

入力された波長多重光を、第1の波長多重光と第2の波長多重光とに分岐する光分岐カプラと、

前記光分岐カプラにより分岐された第2の波長多重光から、所定の波長の光を取り出すフィルタと、

当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、

前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロックするブロックフィルタと、

前記ブロックフィルタを通過した光と、前記挿入波長の光とを合波する光カプラとを有することを特徴とする光伝送装置。

(付記2) 光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、

入力された波長多重光を、第1の波長多重光と第2の波長多重光とに分岐する光分岐カプラと、

前記光分岐カプラにより分岐された第2の波長多重光に対して、所定の波長の光を取り出すフィルタと、

当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、

前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロックし、かつ、前記挿入波長の光を合波するフィルタとを有することを特徴とする光伝送装置。

(付記3) 光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、

入力された波長多重光を、第1の波長多重光と第2の波長多重光とに分岐する光分岐カプラと、

前記光分岐カプラにより分岐された第2の波長多重光から、所定の波長の光を取り出すフィルタと、

当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、

前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光から、前記挿入波長と同一の波長の光をブロックするブロックフィルタと、

前記ブロックフィルタを通過した光と、前記挿入波長の光とを合波する光カプラとを有することを特徴とする光伝送装置。

(付記4) 光波長多重ネットワークにおける光分岐・挿入機能を有する光伝送装置において、

入力された波長多重光を、第1の波長多重光と第2の波長多重光とに分岐する光分岐カプラと、

前記光分岐カプラにより分岐された第2の波長多重光から、所定の波長の光を取り出すフィルタと、

当該光伝送装置において挿入される挿入波長の光を発生するレーザと、

前記光分岐カプラにより分岐された第1の波長多重光に対して、前記挿入波長と同一の波長の光をブロックし、かつ、前記挿入波長の光を合波するフィルタとを有することを

特徴とする光伝送装置。

(付記5) 前記ブロッキングフィルタは、予め設定された波長グループのみに作用することを特徴とする付記1又は3記載の光伝送装置。

(付記6) 前記挿入波長と同一の波長の光をブロッキングし、かつ、前記挿入波長の光を合波するフィルタは、予め設定された波長グループのみに作用することを特徴とする付記2又は4記載の光伝送装置。

(付記7) 前記フィルタは、AOTF、誘電体多層膜フィルタ、FGB型フィルタ又はファブリペロー型フィルタであることを特徴とする付記1ないし4いずれか一項記載の光伝送装置。

(付記8) 光カプラ、光スイッチからなるプロテクション手段を有することを特徴とする付記1ないし7いずれか一項記載の光伝送装置

(付記9) 付記1ないし8いずれか一項記載の光伝送装置を有する光波長多重ネットワークにおいて、

当該光波長多重ネットワークは、HUBを有する2重リングネットワークであることを特徴とする光波長多重ネットワーク。

(付記10) 前記HUBは、光分波器、光カプラ、光スイッチ、光合波器から構成されていることを特徴とする付記9記載の光波長多重ネットワーク。

(付記11) 前記HUBは、光フィルタから構成されていることを特徴とする付記9記載の光波長多重ネットワーク。

(付記12) 前記HUBは、光分波器、MEMS、光合波器から構成されていることを特徴とする付記9記載の光波長多重ネットワーク。

(付記13) 前記HUBは、光カプラ、光スイッチからなるプロテクション手段を有することを特徴とする付記9ないし12いずれか一項記載の光波長多重ネットワーク。

#### 【発明の効果】

上述の如く本発明によれば、初期導入におけるコストを小さくし、しかも、柔軟なネットワークの構成を可能とする光伝送装置及び該光伝送装置を有する光波長多重ネットワークを提供することができる。

#### 【0095】

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】ネットワーク構成図の例を説明するための図である。

【図2】光分岐・挿入機能を有する光伝送装置の例(その1)を説明するための図である。

【図3】光分岐・挿入機能を有する光伝送装置の例(その2)を説明するための図である。

【図4】AOTFを用いた光伝送装置の構成例を説明するための図である。

【図5】波長グループを各ノードに割当てた場合のネットワーク構成図の例を説明するための図である。

【図6】図5(A)のネットワークの通信形態を説明するための図である。

【図7】波長グループによる分岐・挿入を説明するための図である。

【図8】HUBの構成例(光合波器+光SW型)を説明するための図である。

【図9】HUBの構成例(光フィルタ+光グループフィルタ)を説明するための図である。

【図10】HUBの構成例(光合波器+MEMS型)を説明するための図である。

【図11】リジ렉션フィルタと合波する光カプラとを別に設けた場合を説明するための図である。

#### 【符号の説明】

1、2 光ループ回線

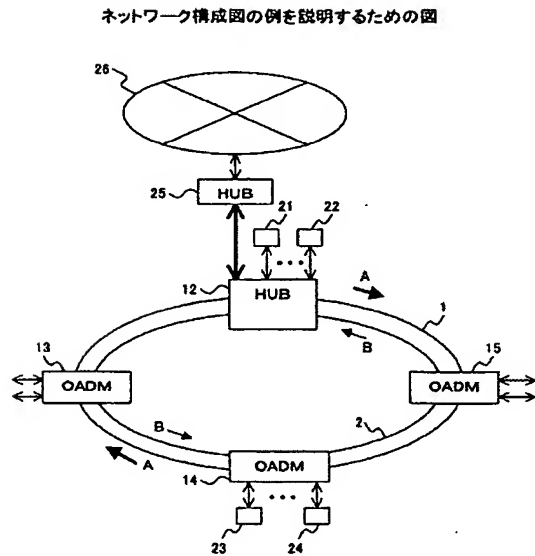
10、11 光伝送路

12、25、70 HUB

13～15 OADM

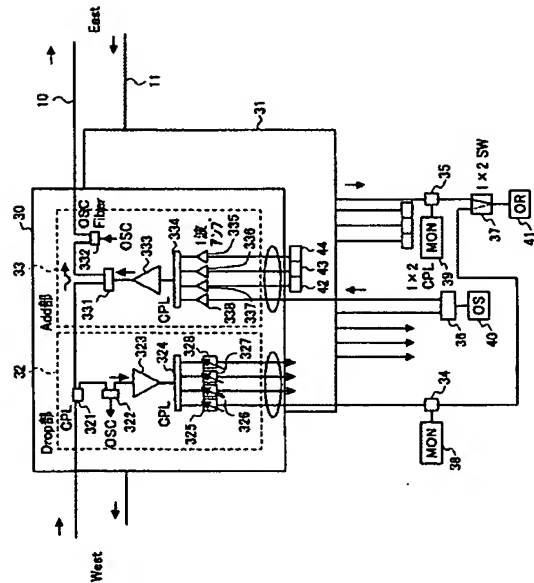
21～24 ユーザ端末  
30、50、128 上り側伝送部  
31、51、129 下り側伝送部  
32、52、81、130 分岐部  
33、53、82、83、131 挿入部  
34、35、102、171、202、271 分波器  
36、56 1×2カプラ  
37、57 セレクタ  
38、39、58、59 モニタ  
40、60、118、144、179 光送信器  
41、61、110、148、181 光受信器  
42～44 波長固定レーザ  
42、43、44 波長固定レーザ  
62～64 波長可変レーザ  
69 光伝送路  
71～77 ノード  
80 光伝送部  
109、110、111、209、210、211 2×1スイッチ  
112、173、212、273 合波器  
132、133、134、135、136、137 光グループフィルタ  
172、272 MEMS  
325～328 波長可変フィルタ  
329 AOTF  
331、531、821、832 リジェクション・アドフィルタ  
525 波長固定フィルタ  
1342～1345、1372～1375 単一波長フィルタ

【図1】



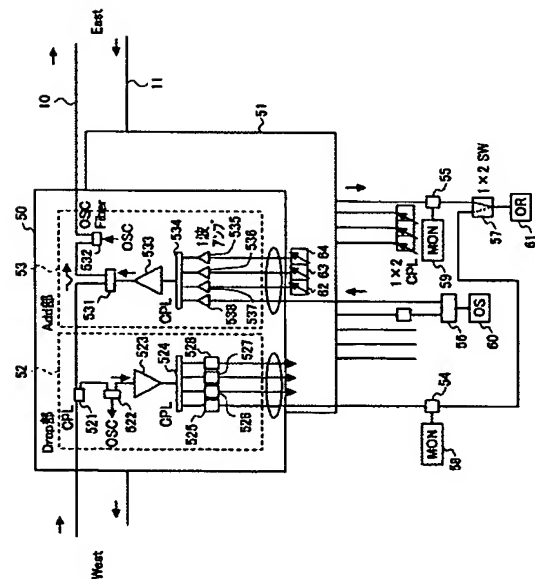
【図2】

光分岐・挿入機能を有する光伝送装置の例（その1）を説明するための図



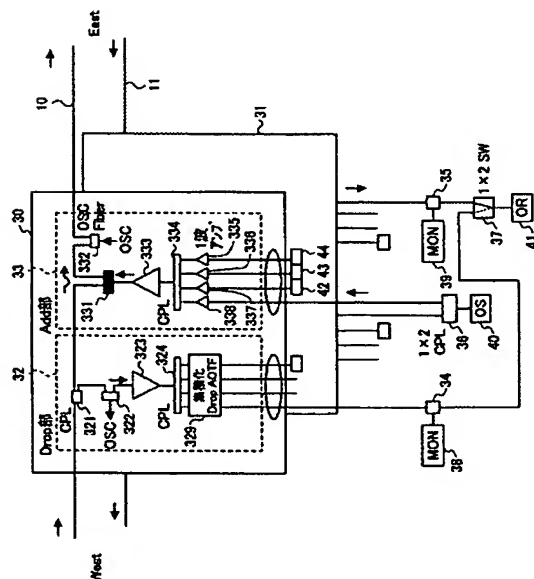
【図3】

光分岐・挿入機能を有する光伝送装置の例（その2）を説明するための図



【図4】

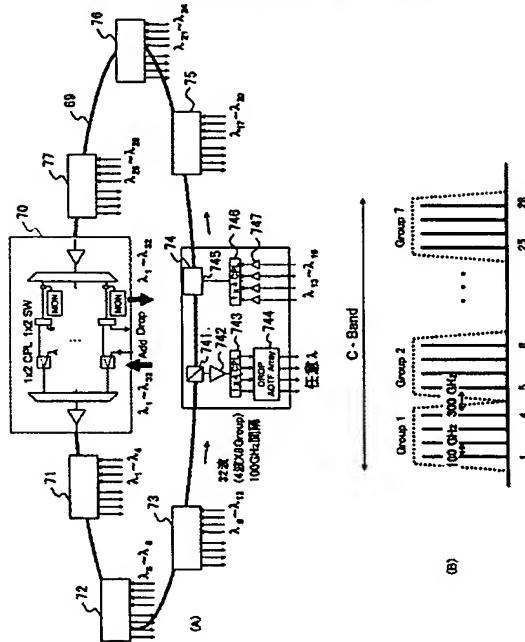
AOTFを用いた光伝送装置の構成例を説明するための図





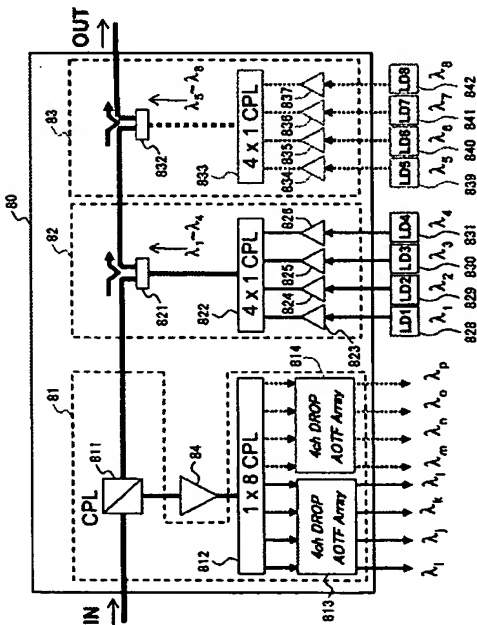
【図5】

波長グループを各ノードに割当てた場合の  
ネットワーク構成図の例を説明するための図



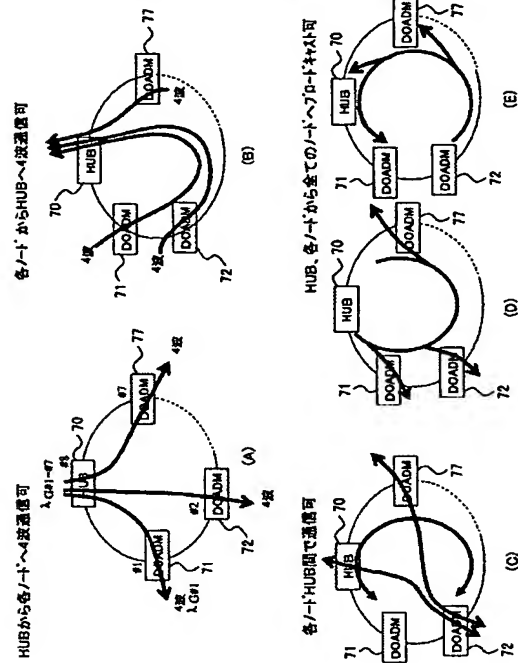
【図7】

波長グループによる分岐・挿入を説明するための図



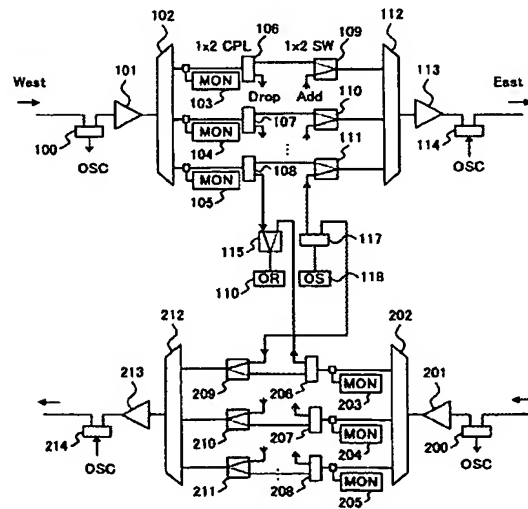
【図6】

図5(A)のネットワークの通信形態を説明するための図



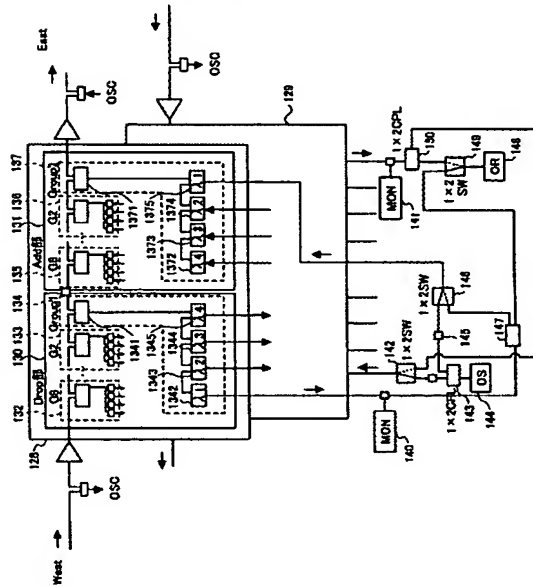
【図8】

HUBの構成例(光合分波器+光SW型)を説明するための図



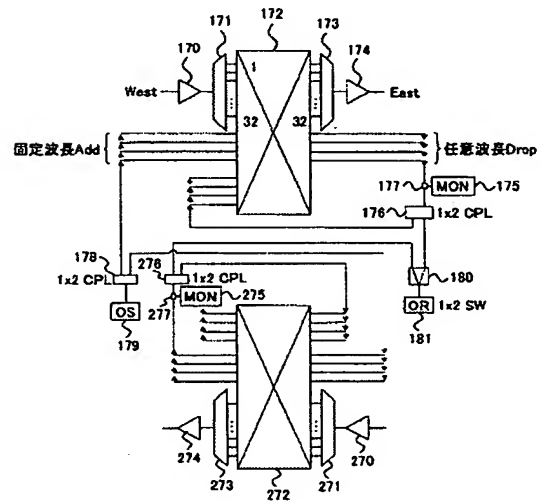
【図9】

HUBの構成例(光フィルタ+光グループフィルタ)  
を説明するための図



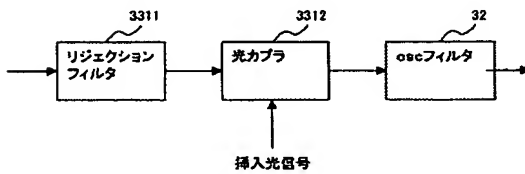
【図10】

HUBの構成例(光合分波器+MEMS型)を説明するための図



【図11】

リジエクションフィルタと合波する光カプラ  
とを別に設けた場合を説明するための図



(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 Q 3/52

(72)発明者 竹野 実

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5K069 BA09 CB10 DA05 DB31 EA24 EA25 EA28

5K102 AA11 AA35 AD01 AD02 AL03 AL06 AL11 LA02 LA44 NA01

PB13 PC12 PC13 PC16 PD05 PD16 PH11 PH47 PH48 PH49

PH50 RB11 RB12 RB14